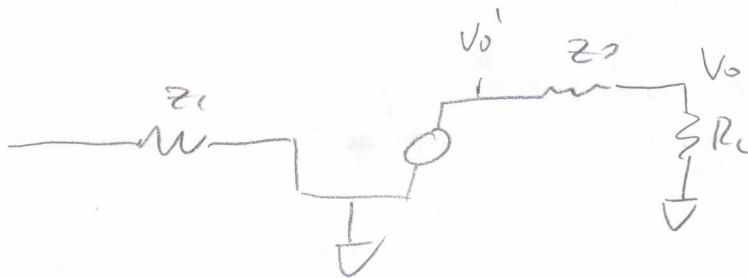


AMPLIFICATORE OPERAZIONALE A COMPONENTI DISCRETI

Nella figura allegata è dato lo schema base del circuito da studiare, realizzato con componenti discreti. In questo modo è possibile vedere e studiare che cosa accade nell'interno del circuito. Scopo della presente esperienza è quindi capire come è fatto all'interno un Op-Amp integrato, del tipo di quello utilizzato nelle esperienze precedenti, e perché presenta certe caratteristiche.

1. Spiegare come è strutturato il circuito complessivo in termini dei tre stadi in cui esso è suddiviso e cioè: stadio d'ingresso differenziale; stadio intermedio di amplificazione; stadio d'uscita a transistori complementari.
2. Calcolare i valori dei resistori per i quali sono indicate le correnti che li percorrono. Calcolare i valori delle tensioni ai nodi del circuito.
3. Costruire il circuito.
4. Col Generatore di Funzioni applicare in ingresso una sinusoide di 1V di picco. e osservare la risposta del circuito.
5. Misurare i valori delle tensioni ai nodi del circuito realizzato.
6. Fare la simulazione con PSPICE, applicando un generatore sinusoidale con il seguente statement: **VS N+ 0 SIN(0 Vp f)**, dove Vp è la tensione di picco della sinusoide (scegliere 1V) e f è la frequenza (scegliere 5KHz). Fatta l'analisi andare sul file di uscita (BROWSE OUTPUT sul menu FILE) per vedere le tensioni ai nodi calcolate da PSPICE.
7. Misurare col tester le tensioni nei vari nodi del circuito e confrontarle con quelle calcolate da PSPICE: devono risultare confrontabili, ma non uguali.
8. Se la tensione del nodo di confronto (a massa virtuale) non è a 0V ma differisce di qualche millivolt, su che cosa si deve agire per portarla a zero? (Suggerimento: se il nodo a massa virtuale non è 0V vuol dire che i due transistori non sono percorsi da correnti di uguale intensità. Agire sulle resistenza comune degli emettitori per equilibrare le correnti.)
9. Col nodo a massa virtuale regolato a zero e con l'ingresso posto a massa, spiegare perché l'uscita non è a zero. (Suggerimento: pensare alla corrente di base del primo transistor.) Come si può agire per riportarla a zero? (Suggerimento: iniettare una corrente costante del valore opportuno nel nodo a massa virtuale, usando una grossa resistenza e un potenziometro per la necessaria regolazione.)
10. Portare a 0V le tensioni della massa virtuale e dell'uscita anche sulla simulazione di PSPICE inserendo resistenze di valore determinato con tentativi.
11. Banda passante: connettere in ingresso il generatore di onde sinusoidali (1V picco-picco) e all'oscilloscopio vedere come varia il guadagno dell'amplificatore con la frequenza, andando da pochi Hz fino ai megaHz.
12. Banda passante: fare l'analisi del circuito in AC con PSPICE (diagramma di Bode) e confrontare con quanto visto sul circuito all'oscilloscopio. Usare il seguente generatore per l'analisi in AC: **VS N+ 0 AC 100MV.**

13. Effetto del carico: col generatore connesso ($f \simeq 1\text{KHz}$) e con un carico (100 ohm) connesso all'uscita far variare l'ampiezza della sinusoide in ingresso dal generatore ed osservare con l'oscilloscopio il comportamento dell'uscita. Andare ad osservare altri punti del circuito per vedere l'effetto della saturazione dei segnali all'interno del circuito e gli effetti di non linearità.
14. Misurare in condizioni di linearità (piccoli segnali) l'impedenza d'uscita dell'amplificatore operazionale a $f \simeq 1\text{KHz}$ utilizzando una resistenza di carico di 100 Ohm . Disegnare il circuito equivalente dell'amplificatore secondo Thevenin. $Z_1 = 33\text{ k}$
15. Utilizzando sull'uscita resistenze crescenti ($10, 27, 47, 68, 100, 220, 470, 680, 1000\text{ ohm}$) determinare per ogni valore della resistenza utilizzata la massima ampiezza del segnale d'uscita appena prima della saturazione. Tracciare la curva risultante.



$$V_0 = V_0' \frac{R_L}{Z_0 + R_L}$$

$$\frac{V_0}{V_0'} = \frac{R_L}{Z_0 + R_L}$$

$$R_L = 100$$

$$V_0' = 4\text{ V}$$

$$V_0 = 3,8\text{ V}$$

$$\frac{V_0'}{V_0} = \frac{Z_0 + R_L}{R_L}$$

$$\frac{V_0' R_L}{V_0} - R_L = Z_0$$

$$Z_0 = 5,26\text{ }\Omega$$

